

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 30 108 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 K 28/16**  
B 60 K 26/00  
B 60 R 16/02

⑳ Aktenzeichen: P 44 30 108.1  
㉔ Anmeldetag: 25. 8. 94  
㉕ Offenlegungstag: 29. 2. 96

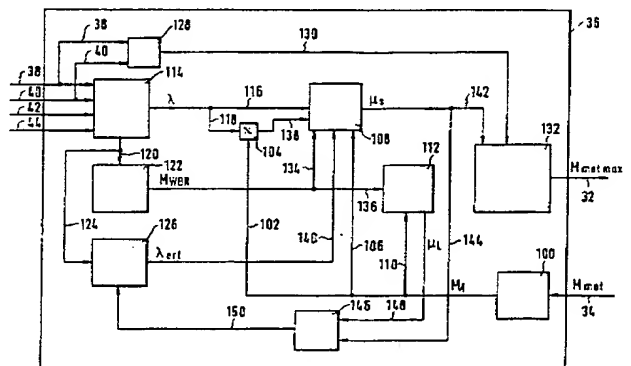
DE 44 30 108 A 1

㉑ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:  
Sauter, Thomas, 71686 Remseck, DE; Daubner,  
Peter, 75428 Illingen, DE

㉓ **Antriebsschlupfregelsystem**

㉔ Es wird ein Antriebsschlupfregelsystem vorgeschlagen, bei welchem der Reibwert zwischen den Fahrzeugrädern und der Fahrbahnoberfläche abhängig vom Schlupf ermittelt wird und das maximal übertragbare Antriebsmoment abhängig von diesem schlupfabhängigen Reibwert bestimmt wird. Ergänzend wird der berechnete schlupfabhängige Reibwert und damit das bestimmte maximale tragbare Antriebsmoment bei erhöhtem Schlupfbedarf infolge der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der verwendeten Reifenmischung korrigiert.



DE 44 30 108 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Antriebsschlupfregelsystem.

Ein derartiges Antriebsschlupfregelsystem ist beispielsweise aus der DE 39 38 444 C1 bekannt. Dort wird das von den angetriebenen Rädern maximal übertragbare Antriebsmoment bestimmt und einer Steuereinrichtung der Brennkraftmaschine übergeben. Diese stellt das von der Brennkraftmaschine abgegebene Moment entsprechend dem berechneten, unter den herrschenden Bedingungen maximal übertragbare Antriebsmoment ein. Das maximal übertragbare Antriebsmoment wird dabei aus einem von Fahrzeugdaten abhängigen und einem von der Differenz zwischen Soll- und Istschluss der angetriebenen Räder des Fahrzeugs abhängigen Term bestimmt. Während der Schlupfregelung wird der berechnete Wert des maximal übertragbaren Antriebsmoment zeitabhängig erhöht, um so den schlupfabhängigen Reibwertänderungen Rechnung zu tragen und den realen Bedingungen möglichst nahe zu kommen. Eine direkte Berücksichtigung des Reibwertes und somit eine genauere Bestimmung des maximal übertragbaren Antriebsmoments wird nicht vorgeschlagen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen anzugeben, mit deren Hilfe der Reibwert zwischen den angetriebenen Rädern und der Fahrbahnoberfläche bei der Antriebsschlupfregelung direkt berücksichtigt werden kann.

Dies wird durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs erreicht.

Aus der DE 42 39 711 A1 ist ein Steuersystem für ein Fahrzeug bekannt, bei welchem beispielsweise zur Antriebsschlupfregelung von einem Antriebsschlupfregler ein Sollmotormoment an ein Steuersystem für die Brennkraftmaschine übermittelt wird, welches von diesem Steuersystem eingestellt wird. Das Brennkraftmaschinensteuersystem berechnet das abgegebene Motormoment und meldet dieses an den Antriebsschlupfregler zurück.

Aus der Veröffentlichung "Heiner Bubb, ein Verfahren zur Bestimmung des Kraftschlusses zwischen Rad und Straße während der Fahrt, ATZ, Automobiltechnische Zeitschrift 83, 1991, 1, Seiten 31 bis 36" ist die Abhängigkeit des Reibwertes zwischen Rad und Fahrbahnoberfläche vom Schlupf und der Fahrzeuggeschwindigkeit gezeigt. Maßnahmen zur Berücksichtigung dieses Reibwertes bei einer Antriebsschlupfregelung werden nicht beschrieben.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise hat den Vorteil, daß eine zuverlässige Bestimmung des Reibwertes zwischen den Fahrzeugrädern und der Fahrbahnoberfläche zur Verfügung gestellt wird und diese bei der Bestimmung des maximal übertragbaren Antriebsmoments berücksichtigt wird. Dies hat besondere Vorteile bei Kurvenfahrt durch eine Kurve mit niedrigem Reibwert (z. B. eine regennasse Kurve), wobei insbesondere bereits bei der Kurveneinfahrt und beginnender Instabilität des Fahrzeugs das Motormoment geeignet reduziert werden kann. Dies gilt auch für Geradeausfahrten auf Fahrbahnen mit mittlerem und niedrigem Reibwert.

Besonders vorteilhaft ist, daß bei der Ermittlung des Reibwertes der höhere Schlupfbedarf bei höheren Geschwindigkeiten sowie der sich verändernde Schlupfbedarf bei unterschiedlichen Reifentypen, z. B. Winterreifen oder Sommerreifen mit weicher Gummimischung, berücksichtigt wird.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie aus den abhängigen Ansprüchen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 ein Übersichtsblockschaltbild eines Antriebsschlupfregelsystems. In Fig. 2 sind die physikalischen Grundlagen der Schlupfabhängigkeit des Reibwertes dargestellt. Fig. 3 zeigt ein Übersichtsblockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorgehensweise, während in Fig. 4 Zeitdiagramme zur Ermittlung des durch Verwendung unterschiedlicher Reifentypen erhöhten Schlupfbedarfes dargestellt sind. In den Fig. 5 und 6 schließlich sind Flußdiagramme als Beispiel einer Realisierung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise als Rechnerprogramm dargestellt.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt ein Motorsteuersystem, welches über die Ausgangsleitungen 12, 14 und/oder 16 die Kraftstoffzufuhr, den Zündwinkel und/oder die Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine beeinflusst. Ferner werden dem Steuersystem 10 Eingangsleitungen 24 bis 26 von Meßeinrichtungen 28 bis 30 zugeführt, welche die für die Motorsteuerung wesentlichen Betriebsgrößen von Brennkraftmaschine und/oder Fahrzeug erfassen. Über die Leitungen 32 und 34, die Teil eines Kommunikationssystems sind, ist das Motorsteuersystem 10 mit einem Antriebsschlupfregler 36 verbunden. Diesem werden als Eingangsleitungen zumindest die Eingangsleitungen 38, 40, 42 und 44 von Meßeinrichtungen 46, 48, 50 und 52 zur Erfassung der Drehzahlen der Räder des Fahrzeugs, ggf. eine nicht gezeichnete Leitung von einem Lenkwinkelsensor zugeführt.

Im Antriebsschlupfregler 36 wird abhängig von den Raddrehzahlen in an sich bekannter Weise die Durchdrehneigung wenigstens eines Antriebsrades festgestellt und das maximal übertragbare Antriebsmoment berechnet. Erfindungsgemäß wird dieses maximal übertragbare Antriebsmoment sowohl zu Beginn als auch während der Antriebsschlupfregelung mit dem ermittelten Reibwert gewichtet und über die Leitung 32 als Sollmomentenwert an das Motorsteuersystem 10 abgegeben. Dort wird der vom Antriebsschlupfregelsystem 36 bestimmte Sollwert durch entsprechende Beeinflussung der Luftzufuhr, durch Korrektur des Zündwinkels und/oder durch Ausblenden einzelner Einspritzungen eingestellt. Aus Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine wird das abgegebene Motormoment berechnet und über die Leitung 34 an den Antriebsschlupfregler 36 abgegeben. Ergebnis ist eine Regelung des Antriebschlupfes auf einen vorgegebenen Sollwert durch Beeinflussung des Motormoments der Brennkraftmaschine. In einem anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel wird das abgegebene Motormoment aus dem Luftmassenmeßwert abgeleitet.

In der eingangs genannten Veröffentlichung in der Zeitschrift ATZ sind grundsätzliche Untersuchungen

zur Schlupfabhängigkeit des Reibwertes bekannt. Dort ergab sich die in Fig. 2a dargestellte Erkenntnis, daß für einen gegebenen Reibwert der Zusammenhang zwischen Antriebsmoment MA und Schlupf  $\lambda$  im wesentlichen als Gerade dargestellt werden kann. In Fig. 2a sind daher beispielhaft entsprechende Geraden für drei Reibwerte ( $\mu$ ) eingezeichnet. Trägt man den Reibwert  $\mu$  ausgehend von diesem Zusammenhang über den Quotienten aus Antriebsmoment MA und Schlupf  $\lambda$  auf, so ergibt sich ebenfalls eine Gerade (vgl. Fig. 2b). Dieser Reibwert wird im folgenden schlupfabhängiger Reibwert  $\mu_s$  genannt, im Gegensatz zu dem im folgenden als lastabhängigen Reibwert  $\mu_l$  bezeichneten Reibwert, der den vom Motor und damit vom Fahrer eingestellten, schlupfunabhängigen Reibwert darstellt. Der lastabhängige Reibwert  $\mu_l$  wird berechnet aus dem Quotienten der Differenz aus Antriebsmoment MA und dem rotatorischen Beschleunigungswiderstandmoment MWBR (entspricht im wesentlichen dem Produkt aus Trägheitsmoment und Beschleunigung) und dem Produkt aus fahrzeugspezifischen Daten (Aufstandskraft der Antriebsachse und Radradius).

Fig. 3 zeigt ein Übersichtsschaltbild des Antriebsschlupfregler 36 zur Darstellung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise. Das über die Leitung 34 zugeführte, abgegebene Motormoment  $M_{mot}$  wird auf einen ersten Block 100 geführt, in dem das Motormoment unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse im Antriebsstrang sowie dessen Wirkungsgrad das Antriebsmoment MA umgerechnet wird (z. B.  $MA = M_{mot} \cdot \text{Gesamtübersetzung} \cdot \text{Wirkungsgrad}$ ). Das berechnete Antriebsmoment MA wird über die Leitung 102 an eine Divisionsstelle 104, über die Leitung 106 an den Berechnungsblock 108 für den schlupfabhängigen Reibwert und über die Leitung 110 an den Berechnungsblock 112 für den lastabhängigen Reibwert übermittelt. Ferner ist ein Block 114 vorgesehen, dem zur Abschätzung der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit und zur Bestimmung des mittleren Istschlupfes an den angetriebenen Rädern die Leitungen 38, 40, 42 und 44 zugeführt sind. Der berechnete Schlupfwert  $\lambda$  wird über die Leitung 116 dem Berechnungsblock 108, über die Leitung 118 der Divisionsstelle 104 zugeführt. Die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit wird über die Leitung 120 einem Berechnungsblock 122 für das rotatorische Beschleunigungswiderstandsmoment MWBR, über eine Leitung 124 dem Berechnungsblock 126 zur Ermittlung des erhöhten Schlupfbedarfes  $\lambda_{erf}$  zugeführt. Ferner werden die Drehzahlsignale der nicht angetriebenen Räder auf den Leitungen 38 und 40 einem Berechnungsblock 128 zugeführt, welcher anhand der Differenz der beiden Wert die Einfahrt in eine Kurve bestimmt. Diese Information gibt er über eine Leitung 130 an den eigentlichen Antriebsschlupfregler 132 ab. Vom Berechnungsblock 122 wird ein dem Beschleunigungswiderstandsmoment entsprechender Wert über die Leitung 134 an die Berechnungseinheit 108 und über die Leitung 136 an den Berechnungsblock 112 geführt. In der Dividierstufe 104 wird der Quotient aus Antriebsmoment MA und Schlupf  $\lambda$  gebildet und über die Leitung 138 an den Berechnungsblock 108 geführt. Diesem wird ferner die Leitung 140 zugeführt, auf welcher ein Maß für den erhöhten Schlupfbedarf  $\lambda_{erf}$  übermittelt wird. Der im Berechnungsblock 108 ermittelte schlupfabhängige Reibwert wird über die Leitung 142 dem eigentlichen Antriebsschlupfregler 132 und über die Leitung 144 dem Berechnungsblock 146 zugeführt. Dessen zweite Eingangsleitung stellt die Leitung 148 dar, welche Aus-

gangsleitung des Berechnungsblocks 112 ist. Auf dieser Leitung wird ein Maß für den lastabhängigen Reibwert dem Berechnungsblock 146 übermittelt. Dieser bestimmt einen aufgrund der verwendeten Reifen möglicherweise erhöhten Schlupfbedarf und gibt ein entsprechendes Signal über die Leitung 150 an den Berechnungsblock 126 ab. Ist ein Lenkwinkelsensor vorgesehen, wird eine entsprechende Leitung dem Antriebsschlupfregler 132 zugeführt.

Der Antriebsschlupfregler 132, dessen Ausgangsleitung die Leitung 32 bildet, führt in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Regelung des Antriebsschlupfes unter Vorgabe des maximal übertragbaren Antriebsmomentes bzw. des einzustellenden Motormoments durch. Die für diese Funktion notwendigen Elemente sind aus Übersichtlichkeitsgründen in Fig. 3 nicht dargestellt. Daneben ermittelt er in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel einen Momentenrücksprung vor Einleiten der Antriebsschlupfregelung abhängig vom schlupfabhängigen Reibwert, der über die Leitung 142 zugeführt wird, bei Geradeausfahrt, bei einem vom Block 128 erkannten Eintritt in eine Kurve oder bei Kurvenfahrt.

Zur Bestimmung der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit, des mittleren Schlupfwertes im Block 114 sowie ggf. der Beschleunigung im Block 122 werden herkömmliche Vorgehensweisen angewendet. Die Vorgehensweise zur Bestimmung des lastabhängigen Reibwertes im Block 112 wurde oben dargestellt. Zur Bestimmung des schlupfabhängigen Reibwertes im Block 108 wird aus dem Quotient aus Antriebsmoment MA und Schlupf  $\lambda$  eine der in Fig. 2 dargestellten Geraden ausgewählt, welche durch Achsenabschnitt b und Steigung a charakterisiert ist. Der schlupfabhängige Reibwert ergibt sich dann aus der folgenden Formel:

$$\mu_s = b + a \cdot (MA - MWBR) / (\lambda - \lambda_{erf})$$

( $\mu_s$  schlupfabhängiger Reibwert, b Achsenabschnitt, a Steigung der ausgewählten Geraden, MA Istantriebsmoment, MWBR Beschleunigungswiderstandsmoment,  $\lambda$  Istschlupf,  $\lambda_{erf}$  erhöhter Schlupfbedarf).

Dieser schlupfabhängige Reibwert wird vom Antriebsschlupfregler zur Bestimmung des Drehmomentenrücksprungs ausgewertet. Das maximal übertragbare Antriebsmoment ergibt sich dann aus dem Produkt dieses Reibwertes und einem Konstantfaktor, der je nach Fahrsituation gewählt wird ( $MA_{max} = \mu_s \cdot \text{Konstante}$ ).

Es werden experimentell Konstantfaktoren für Geradeausfahrt sowie für Kurvenfahrt und Kurveneinfahrt, jeweils mit hohem oder mit niedrigem Reibwert (bei beginnender Instabilität, die durch Vergleich der Summe der Störmomente (Ersatzmasse) mit einem vorgegebenen Grenzwert erkannt wird) vorgegeben. Bei Kurveneinfahrt wird die Differenz zwischen den Fahrgeschwindigkeiten der nicht angetriebenen Räder erfaßt und mit einem Grenzwert verglichen. Überschreitet die Differenz diesen Grenzwert, wird auf Kurveneinfahrt erkannt und ein entsprechender Konstantfaktor vorgegeben. Die Konstantfaktoren sind erniedrigt, wenn der Reibwert unterhalb eines Grenzwertes liegt. Dabei ist der Konstantfaktor für Geradeausfahrt größer als der für die Kurveneinfahrt. Dieser wiederum ist größer als der für die Kurveneinfahrt bei niedrigen Reibwerten (und beginnender Instabilität), der größer ist als der Konstantfaktor bei Kurvenfahrt. Dieser wiederum ist größer als der Faktor bei Kurvenfahrt mit niedrigem

Reibwert (und beginnender Instabilität).

Die Einstellung des bestimmten maximal übertragbaren Antriebsmoments, abhängig vom ermittelten Reibwert, wird vorzugsweise zu Beginn der eigentlichen Antriebschlupfregelung vorgenommen, wenn übermäßiger Schlupf an den Antriebsrädern erkannt wurde.

Der schlupfabhängige Reibwert ist abhängig von Fahrgeschwindigkeit und den verwendeten Reifenarten. Die Fahrgeschwindigkeitsabhängigkeit ist prinzipiell im eingangs genannten Stand der Technik dargestellt. Bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit, bei Winterreifen oder bei Sommerreifen mit weicher Laufflächenmischung zeigt sich ein überproportionales Verhalten zwischen Schlupfbedarf und Fahrzeuggeschwindigkeit. Der Schlupfbedarf vergrößert sich in diesen Fällen mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit. Daher wird dem Berechnungsblock 126 über die Leitung 124 die Fahrgeschwindigkeit zugeführt. Diese wird mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen, durch welchen die näherungsweise beschriebene Abhängigkeit des Schlupfbedarfs von der Fahrgeschwindigkeit vorgegeben werden kann. Für Fahrgeschwindigkeitsbereiche ober- und unterhalb eines Fahrgeschwindigkeitsschwellwertes werden zwei verschiedene fahrgeschwindigkeitsabhängige Geraden unterschiedlicher Steigung für den Schlupfbedarf  $\lambda_{erf}$  vorgegeben. Diese sind experimentell ermittelt. Überschreitet beispielsweise die Fahrgeschwindigkeit den Schwellwert, wird auf eine Geradengleichung mit höherer Steigung umgeschaltet. Bei erhöhtem Schlupfbedarf durch die Reifenmischung, die insbesondere bei Winterreifen auf Straßen mit hohem Reibwert auftreten und mit steigender Temperatur sich verstärkt, wird folgendes Vorgehen durchgeführt. Im Berechnungsblock 146 wird der berechnete schlupfabhängige Reibwert mit dem lastabhängigen Reibwert, der aufgrund des eingestellten Radmoments ermittelt wurde, verglichen. Unterschreitet der schlupfabhängige Reibwert den lastabhängigen Reibwert, so wird ein Zeitzähler gestartet. Erreicht dieser seinen Maximalwert und ist der schlupfabhängige Reibwert weiterhin kleiner als der lastabhängige Reibwert, so wird eine Marke für den erhöhten Schlupfbedarf gesetzt und diese Marke dem Berechnungsblock 126 zugeführt. Durch das Setzen der Marke wird ebenfalls die Steigung vorgegebener geschwindigkeitsabhängiger Geradengleichungen geschwindigkeitsabhängig umgeschaltet. Diese Vorgehensweise basiert auf der Erkenntnis, daß bei erhöhtem Schlupfbedarf dem Antriebsmoment ein zu großer Schlupf gegenüber steht und so der berechnete schlupfabhängige Reibwert auf zu kleine Werte sinkt. Dieses Verhalten kennzeichnet einen erhöhten Schlupfbedarf. Auf diese Weise wird der berechnete Reibwert entsprechend dem tatsächlichen, physikalischen Reibwert korrigiert. Die Filterung erfolgt vorzugsweise mit einem PT1-Glied. Entsprechend den geschwindigkeitsabhängigen Geradengleichungen wird für den Zustand mit erhöhtem Schlupfbedarf ein zweites Paar geschwindigkeitsabhängiger Geradengleichungen vorgegeben, welche ebenfalls abhängig von der Geschwindigkeit unterschiedliche Steigungen aufweisen.

Die entsprechende Vorgehensweise ist beispielhaft anhand Fig. 4 anhand von Zeitdiagrammen dargestellt. Fig. 4a zeigt den zeitabhängigen Verlauf des schlupfabhängigen Reibwertes (durchgezogene Linie) und des lastabhängigen Reibwertes (strichlierte Linie). Vor dem Zeitpunkt T0 wird durch Erhöhung des Antriebsmoments durch den Fahrer der lastabhängige Reibwert erhöht. Durch die z. B. zu weiche Laufflächenmischung

und das zu große Antriebsmoment sinkt der berechnete schlupfabhängige Reibwert, bis er zum Zeitpunkt T0 kleiner als der lastabhängige Reibwert wird. Zu diesem Zeitpunkt wird gemäß Fig. 4b der Zeitzähler gestartet. Dieser erreicht zum Zeitpunkt T1 einen Maximalwert, wobei der schlupfabhängige Reibwert kleiner als der lastabhängige blieb. Zu diesem Zeitpunkt wird die Marke gemäß Fig. 4c gesetzt und der schlupfabhängige Reibwert korrigiert, so daß er dem physikalischen wieder im wesentlichen entspricht.

Die dargestellte Vorgehensweise ist in Fig. 5 und 6 als Flußdiagramm skizziert. Fig. 5 stellt dabei die Berechnung des maximal übertragbaren Antriebsmoments dar, während in Fig. 6 die Vorgehensweise zur Bestimmung des erhöhten Schlupfbedarfes skizziert ist.

Nach Start des in Fig. 5 dargestellten Programmteils zu vorgegebenen Zeitpunkten werden im ersten Schritt 200 die Radgeschwindigkeiten  $v_{rad}$  sowie das Motoristmoment  $M_{mot}$  eingelesen. Im darauffolgenden Schritt 202 werden die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_{fzg}$ , das Antriebsmoment  $M_A$  sowie der mittlere Istschlupf  $\lambda_{ist}$  berechnet. Im darauffolgenden Schritt 204 wird das Beschleunigungswiderstandsmoment  $M_{WBR}$  berechnet und im darauffolgenden Schritt 206 der Quotient  $Q$  aus Antriebsmoment  $M_A$  und Istschlupf  $\lambda_{ist}$  gebildet. Daraufhin wird im Schritt 208 der lastabhängige Reibwert  $\mu_l$  wie oben dargestellt als Funktion des Antriebsmoments  $M_A$  und des Beschleunigungswiderstandsmoments  $M_{WBR}$  berechnet und im Schritt 210 der gemäß der Vorgehensweise nach Fig. 6 ermittelte zusätzliche Schlupfbedarf  $\lambda_{erf}$  eingelesen. Daraufhin wird im Schritt 212 der schlupfabhängige Reibwert  $\mu_s$  als Funktion des Antriebsmoments, des Beschleunigungswiderstandsmoments  $M_{WBR}$ , des Istschlupfes des zusätzlichen Schlupfbedarfes sowie des Quotienten aus Antriebsmoment und Istschlupf gebildet. Daraufhin wird gemäß Schritt 214 auf der Basis des schlupfabhängigen Reibwertes sowie des wie oben dargestellt, vorgegebenen Konstantfaktors  $K$  das maximal übertragbare Antriebs- bzw. Motormoment gebildet und der Programmteil beendet.

Auch hier wurde auf die Darstellung der eigentlichen Schlupfregelung auf einem Schlupfsollwert bei Auftreten der Durchdrehneigung der Antriebsräder aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet.

Zur Ermittlung des zusätzlichen Schlupfbedarfs, welcher im Schritt 210 eingelesen wird, dient der in Fig. 6 dargestellte Programmteil. Nach Start dieses Programmteils zu vorgegebenen Zeitpunkten wird in einem ersten Schritt 300 die aktuellen Werte des lastabhängigen Reibwertes, des schlupfabhängigen Reibwertes sowie der mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit eingelesen. Daraufhin wird im Schritt 302 überprüft, ob der schlupfabhängige Reibwert kleiner als der lastabhängige Reibwert ist. Ist dies nicht der Fall, wird gemäß Schritt 304 der Zähler T auf 0 gesetzt und im darauffolgenden Abfrageschritt 306 die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit mit einem vorgegebenen Grenzwert  $v_0$  verglichen. Ergab Schritt 302, daß der schlupfabhängige Reibwert kleiner als der lastabhängige Reibwert ist, wird im Schritt 308 der Zähler T um 1 erhöht und im darauffolgenden Abfrageschritt 310 auf seinen Maximalwert  $T_{max}$  abgefragt. Befindet sich der Zähler unterhalb seines vorgegebenen Maximalwerts, wird der Programmteil beendet und zu vorgegebenen Zeitpunkten erneut gestartet. Hat der Zähler seinen Maximalwert erreicht, wird im Schritt 312 die Marke für einen erhöhten Schlupfbedarf auf 1 gesetzt und mit Schritt 306 fortge-

fahren. Durch die dargestellte Inkrementierung des Zählers gemäß den Schritten 308 und 310 wird die oben dargestellte Filterfunktion realisiert.

Im Schritt 306 wird überprüft, ob die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner oder gleich dem vorgegebenen Schwellwert  $v_0$  ist. Ist dies der Fall, wird im darauffolgenden Schritt 314 überprüft, ob die Marke auf den Wert 1 gesetzt wurde. Dies führt im Schritt 316 zu einer Ermittlung des zusätzlichen Schlupfbedarfs als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer ersten Proportionalitätskonstante  $K_1$ . Danach wird der Programmteil beendet.

Ergibt sich im Schritt 304, daß die Marke nicht den Wert 1 besitzt, wird im Schritt 318 der zusätzliche Schlupfbedarf abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer Proportionalitätskonstante  $K_2$  bestimmt und der Programmteil beendet.

In analoger Weise wird, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß Schritt 306 den Schwellwert übersteigt und gemäß Schritt 320 die Marke den Wert 1 aufweist, der zusätzliche Schlupfbedarf im Schritt 322 als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit mit der Proportionalitätskonstante  $K_3$  berechnet. Ist in diesem Betriebszustand die Marke nicht 1, so ergibt sich gemäß Schritt 324 der zusätzliche Schlupfbedarf als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit mit der Proportionalitätskonstante  $K_4$ .

Im allgemeinen ist zu sagen, daß die Konstante  $K_3$  betragsmäßig größer als die Konstante  $K_1$ , diese wiederum größer als die Konstante  $K_4$  ist. Die Konstante  $K_2$  ist betragsmäßig am kleinsten.

Der in Fig. 6 dargestellte Programmteil beschreibt lediglich das Setzen der Marke auf den Wert 1, das heißt die Ermittlung des erhöhten Schlupfbedarfs. Eine Rücksetzung der Marke auf den Wert 0, das heißt eine Rücknahme des erhöhten Schlupfbedarfs, kann auf verschiedene Weise realisiert werden. Es hat sich gezeigt, daß eine automatische Initialisierung der Marke mit dem Wert 0 zu Beginn jedes Betriebszyklusses mit "Zündung ein" ausreicht. Eine andere vorteilhafte Ausführung zur Rücksetzung der Marke auf den Wert 0 ergibt sich aus einer zu großen Schlupfregelabweichung des Antriebsschlupfreglers, die auftritt, wenn der schlupfabhängige Reibwert aufgrund des gesetzten erhöhten Schlupfbedarfs zu ungenau ist.

#### Patentansprüche

1. Antriebsschlupfregelsystem, mit Mitteln zur Ermittlung des maximal übertragbaren Antriebsmoments, mit Mitteln zur Bestimmung des Reibwertes zwischen Fahrzeug und Fahrbahnoberfläche abhängig vom Radschlupf, wobei das maximal übertragbare Antriebsmoment abhängig vom ermittelten Reibwert vorgegeben wird und durch Beeinflussung des von der Antriebseinheit abgegebenen Moments zumindest im Sinne einer Begrenzung des abgegebenen Moments auf das maximal vorgegebene Antriebsmoment eingestellt wird.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das maximal übertragbare Antriebsmoment abhängig vom schlupfabhängigen Reibwert sowie von einem, von der jeweiligen Fahr- und Fahrbahnsituation abhängigen Konstanten ist.
3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche Konstantenwerte vorgegeben werden für Kurvenfahrt und Kurveneinfahrt, jeweils abhängig vom Reibwert zwischen Fahr-

zeugrädern und Fahrbahn und/oder bei auftretender Instabilität des Fahrzeugs.

4. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das maximal übertragbare Antriebsmoment bei erhöhtem Schlupfbedarf korrigiert wird.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der schlupfabhängige Reibwert auf der Basis des Quotienten des Antriebsmoments und des ermittelten Schlupfes sowie abhängig von einem den erhöhten Schlupfbedarf darstellenden Wert berechnet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert für den zusätzlichen Schlupfbedarf abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit ist, wobei der Zusammenhang zwischen dem zusätzlichen Schlupfbedarfswert und der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit ist.

7. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, welche einen infolge der verwendeten Reifenart bzw. Reifenmischung erhöhten Schlupfbedarf erkennen.

8. System nach Anspruch 7, daß der erhöhte Schlupfbedarf dann erkannt wird, wenn der aufgrund des eingestellten Radmoments errechnete lastabhängige Reibwert für eine vorgegebene Zeit größer als der berechnete schlupfabhängige Reibwert ist.

9. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei erkanntem erhöhtem Schlupfbedarf aufgrund der Reifenmischung die Geschwindigkeitsabhängigkeit des Zusammenhangs zwischen dem Schlupfbedarfswert und der Fahrzeuggeschwindigkeit modifiziert wird.

10. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Durchdrehneigung der Antriebsräder des Fahrzeugs eine Regelung des Schlupfes der Antriebsräder auf einen vorgegebenen Sollwert im Rahmen einer Antriebsschlupfregelung durch Vorgabe eines von der Antriebseinheit vorgegebenen Sollmoments durchgeführt wird.

11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das maximal übertragbare Antriebsmoment abhängig vom schlupfabhängigen Reibwert und einer Konstanten gebildet wird, wobei die Konstante bei einer aufgrund der Raddrehzahlen der nicht angetriebenen Räder erkannten Kurveneinfahrt abhängig vom Reibwert eingestellt wird.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

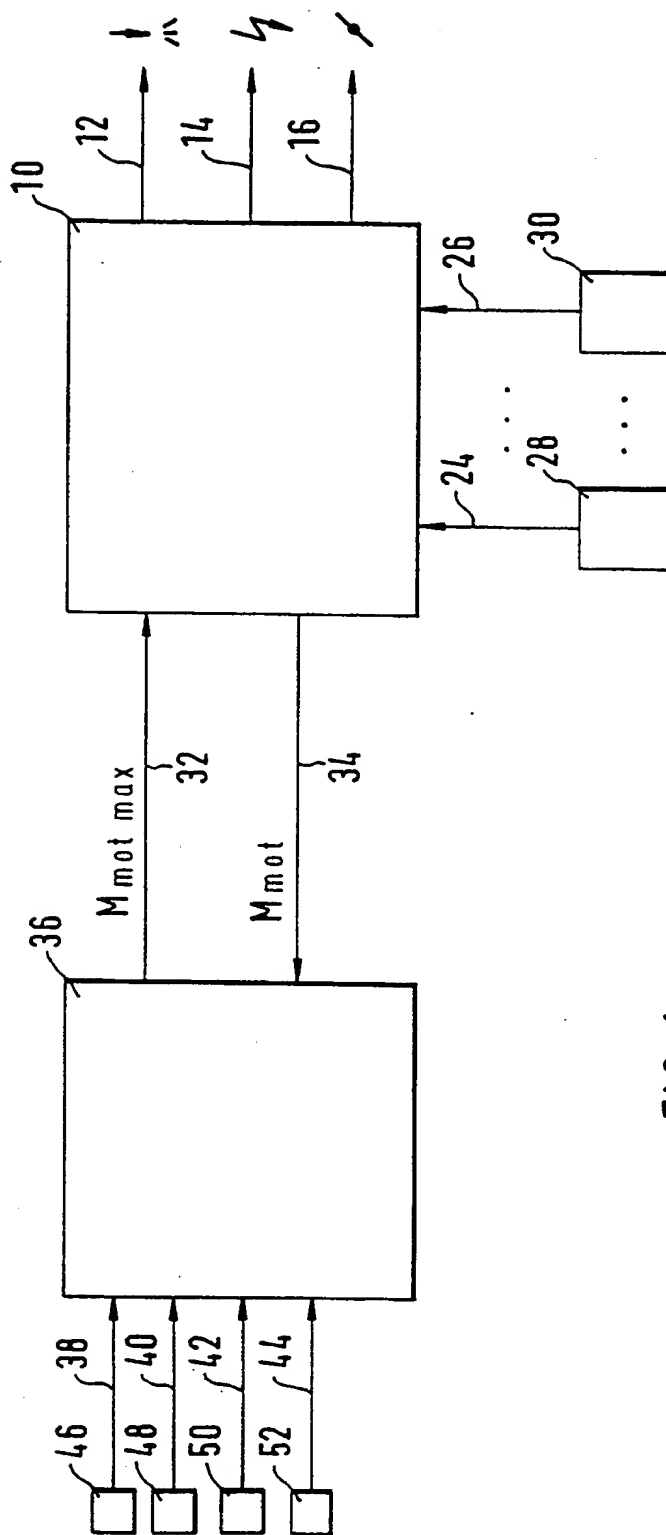
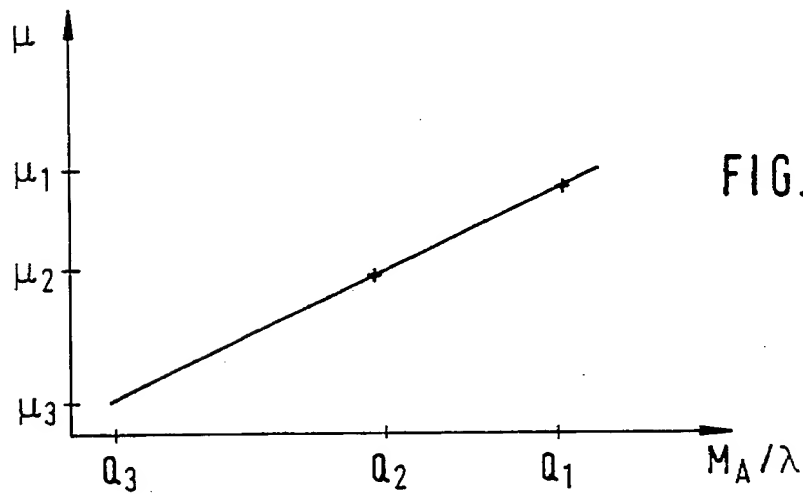
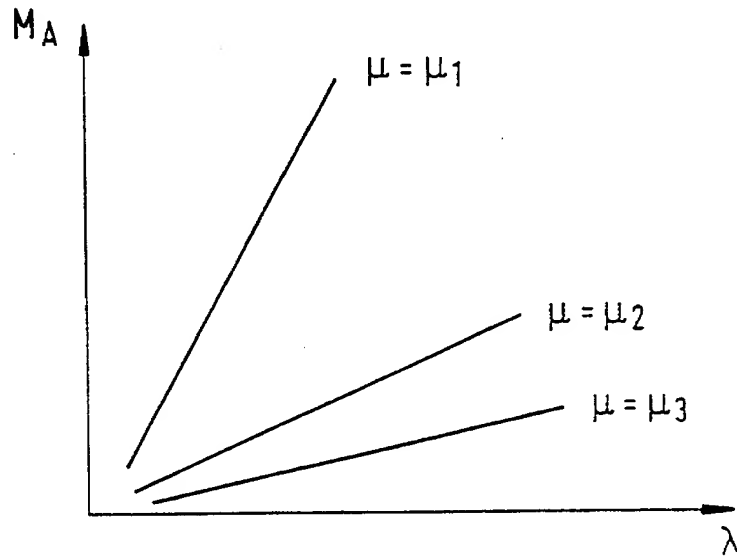
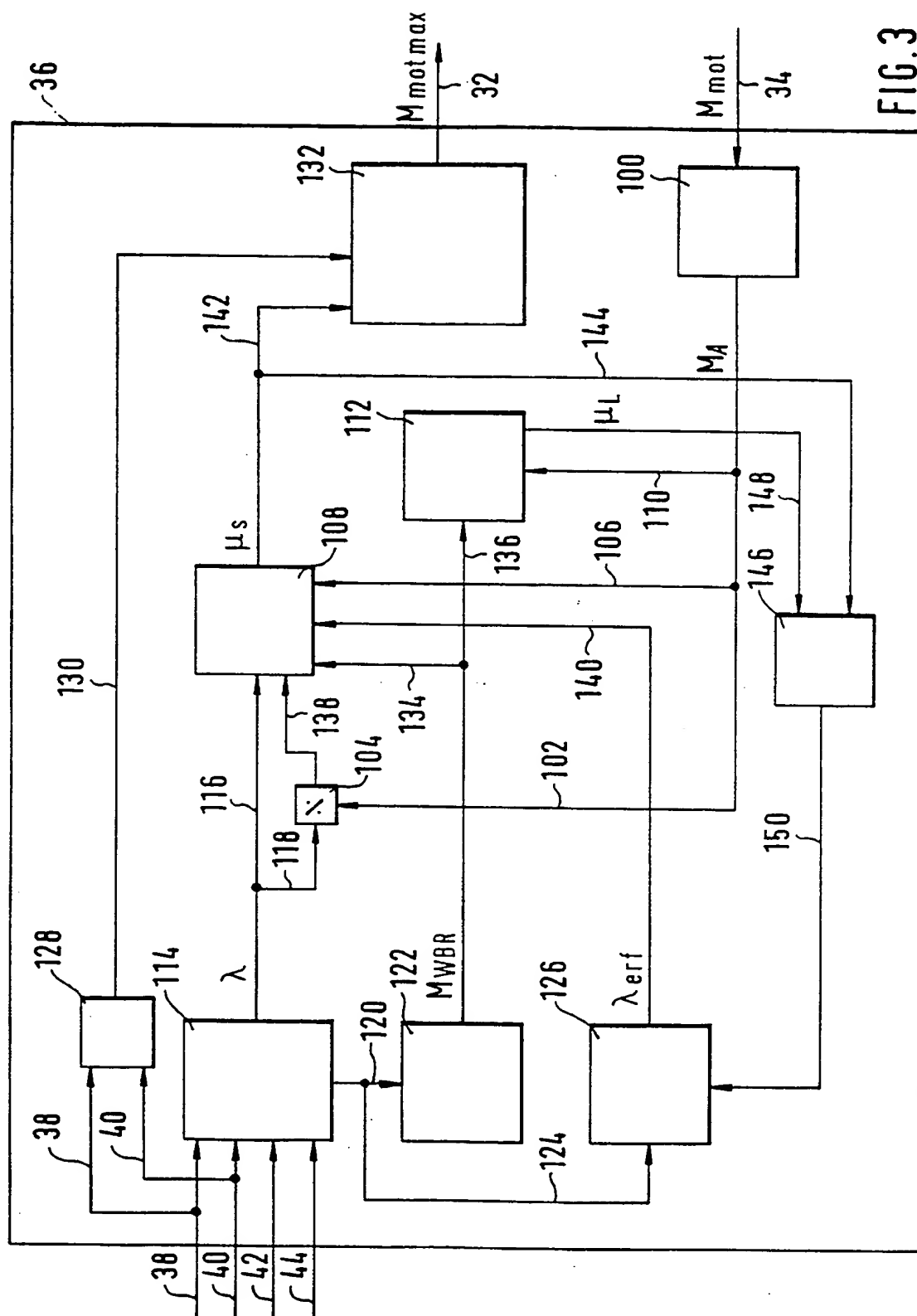
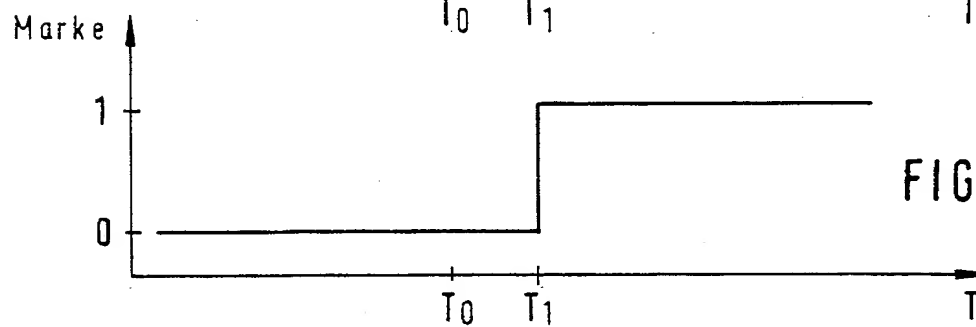
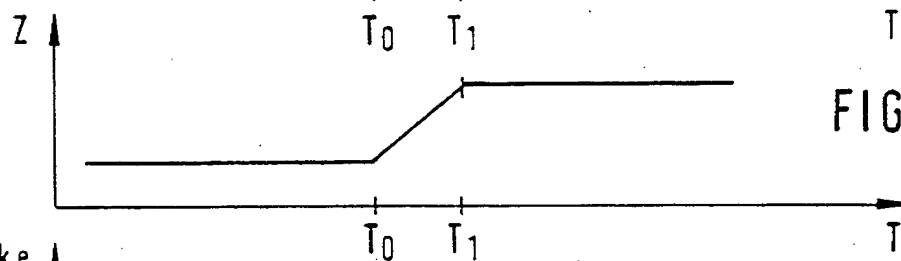
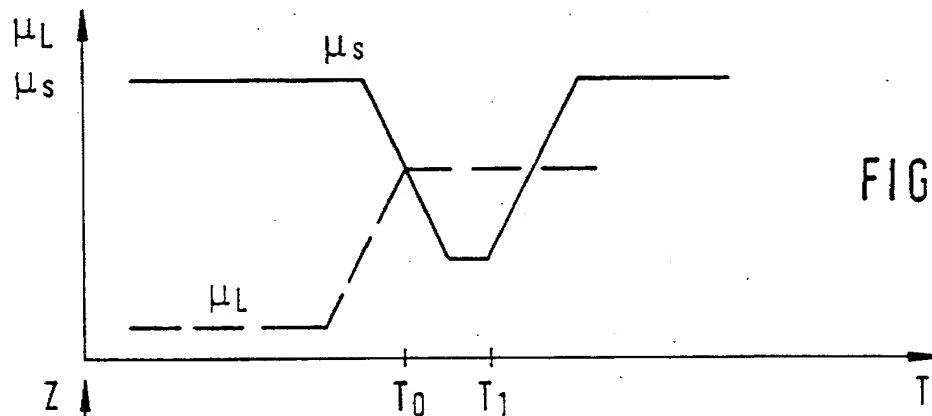


FIG. 1 \*









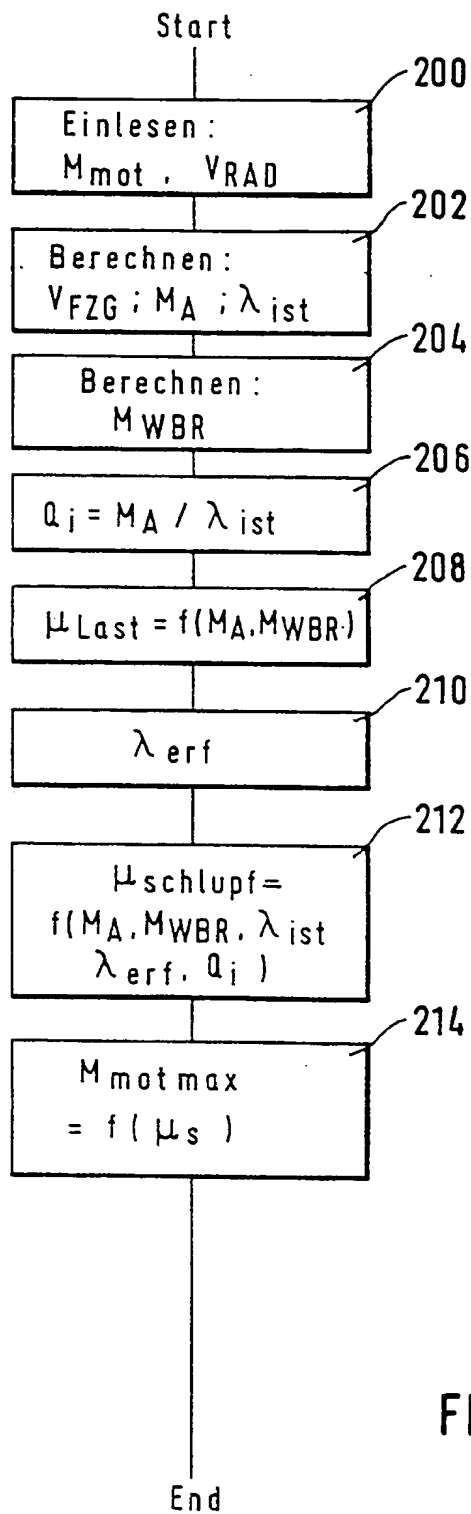


FIG. 5

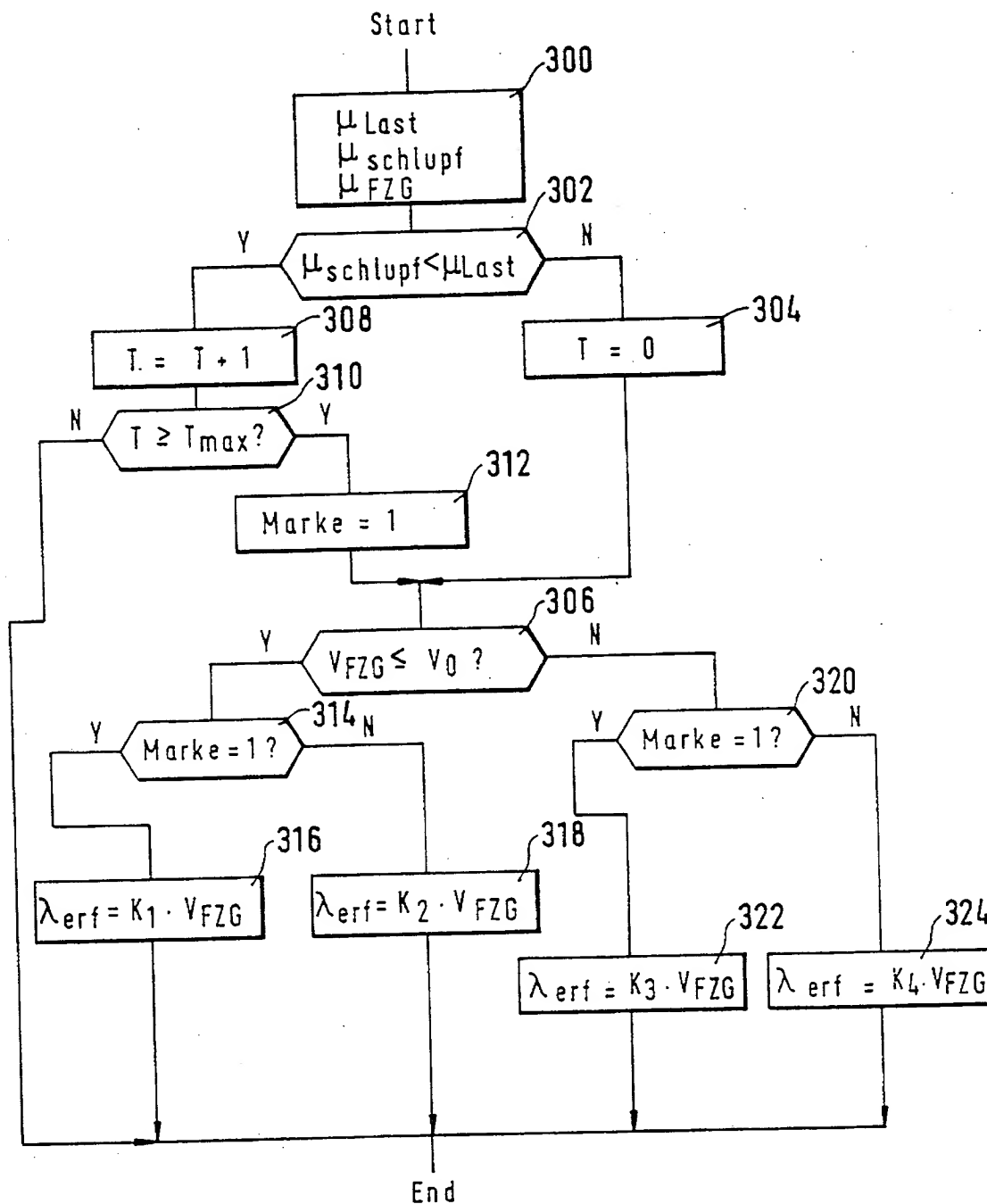


FIG. 6